

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-144992

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月29日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 S 3/18

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-302064

(22) 出願日 平成8年(1996)11月13日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 内田 史朗

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

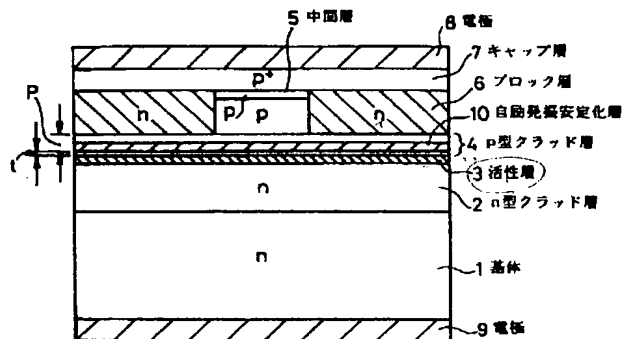
(74) 代理人 弁理士 松隈 秀盛

(54) 【発明の名称】 半導体レーザー

(57) 【要約】

【課題】 AlGaInP系の自励発振型半導体レーザーにおいて、高温においても、確実に自励発振動作を継続することができるようにする。

【解決手段】 少なくとも活性層3と、p型クラッド層2と、n型クラッド層4とを有し、活性層に対するストライプ状電流通路を挟んでその両側に、電流狭搾および光吸収がなされるブロック層6を有するAlGaInP系半導体レーザーにおいて、p型クラッド層4あるいはn型クラッド層2の少なくともいずれか一方に、活性層3の厚さ方向の光の分布のピーク位置を、上記ブロック層6より遠ざける方向にシフトさせる自励発振安定化層10を配置した構成とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも活性層と、p型クラッド層と、n型クラッド層とを有し、上記活性層に対するストライプ状電流通路を挟んでその両側に、電流狭搾および光吸収がなされるブロック層を有するAlGaInP系半導体レーザーにおいて、

上記p型クラッド層あるいはn型クラッド層の少なくともいずれか一方に、上記活性層の厚さ方向の光の分布のピーク位置を、上記ブロック層より遠ざける方向にシフトさせる自励発振安定化層を配置してなることを特徴とする半導体レーザー。

【請求項2】 上記p型クラッド層が、 $(Al_{1-x}Ga_{1-x})InP$ よりなり、上記p型クラッド層に配置される自励発振安定化層が、 $(Al_{1-y}Ga_{1-y})InP$ よりなり、

$0 < y \leq 1$ で、かつ $y > x$  ( $y$ ,  $x$ は原子比)に選定されたことを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザー。

【請求項3】 上記p型クラッド層に配置される自励発振安定化層が、上記活性層から100nm以内の距離以内に配置されたことを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザー。

【請求項4】 上記n型クラッド層に配置される自励発振安定化層が、 $(Al_{1-y}Ga_{1-y})InP$ よりなり、 $0 \leq y \leq 0.7$  ( $y$ は原子比)に選定されたことを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体レーザー特にAlGaInP系赤色可視光自励発振型半導体レーザーいわゆるパルセーション半導体レーザーに係わる。

## 【0002】

【従来の技術】自励発振型すなわちパルセーション半導体レーザーは、戻り光ノイズが効果的に回避できることから、各種光源として広く利用される方向にある。しかしながら、安定して自励発振動作を行うに問題が残されている。

【0003】従来のAlGaInP系赤色可視光自励発振型半導体レーザーは、例えば図7にその概略構成の断面図を示すように、n型のGaAsによる基体1上に、n型のAlGaInPよりなるn型クラッド層2、例えばGaInPによるウェル層とAlGaInPによるバリア層による多重量子井戸構造による活性層3、p型のAlGaInPよりなるp型クラッド層4、p型のGaInPよりなる中間層5が順次エピタキシャル成長され、この中間層5からp型クラッド層4に渡ってストライプ状に一部残してその両側がエッチングされてメサ溝の形成がなされ、このメサ溝内に、n型のGaAsによる電流狭搾および光吸収がなされるブロック層5が形成され、全面的にp型のGaAsによるキャップ層7がエ

ピタキシャル成長されてなる。キャップ層7上には、一方の電極8がオーミックに被着され、基体1の裏面には他方の電極9がオーミックに形成される。

【0004】この半導体レーザーにおいて自励発振が生じるようにするには、図7中に実線矢印で示すように、ブロック層5によって挟み込まれた中央のストライプを電流通路として活性層3への電流供給が制限的になされて、中央に集中されるようにし、しかも光分布に関しては、電流通路の両側、すなわち活性層3の面方向に関する両側に光が広がって分布するようにして、活性層3の中央のストライプ部を挟んでその両側において可飽和吸収体領域が形成されるようにする。

【0005】ところが、長時間の動作、もしくは外囲温度の上昇等によって、温度上昇が生じると、これに伴って図7に破線矢印で示すように、電流通路が横方向に広がり、自励発振が阻害されたり、自励発振が停止してしまう。

【0006】このような、電流の広がりを回避する方法としては、活性層3とブロック層6との間隔Dを小さくして、横方向の実質的抵抗の増加をはかることが考えられる。ところが、このような間隔Dを小さくすると、活性層3からの発振光のブロック層6での光の吸収が大となり、ブロック層下における複素屈折率 $n_s$ が小さくなり、中央部での複素屈折率 $n_c$ との屈折率差 $\Delta n = n_c - n_s$ が大きくなって、光の横方向の閉じ込めが強くなり、可飽和吸収体動作が阻害され、安定して自励発振が生じなくなるという不都合がある。

【0007】また、この屈折率差 $\Delta n$ を小さくする方法としては、活性層における縦方向(厚さ方向)に関する光の閉じ込め係数 $\Gamma$ を大きくすることが知られているが、この場合は、活性層を構成する井戸数、つまり活性層の厚さが大きくなるものであり、また、縦方向の光の閉じ込め係数を大きくすることにより、活性層における光密度が増加することから、連続使用等において温度上昇を来し、寿命の低下を来すとか、信頼性に問題を生じる。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述したAlGaInP系の自励発振型半導体レーザーにおいて、高温例えば50℃程度あるいはそれ以上の高温においても、確実に自励発振動作を持続することができるようにした半導体レーザー、特にAlGaInP系赤色可視光自励発振型半導体レーザーを提供するものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体レーザーは、少なくとも活性層と、p型クラッド層と、n型クラッド層とを有し、活性層に対するストライプ状電流通路を挟んでその両側に、電流狭搾および光吸収がなされるブロック層を有するAlGaInP系半導体レーザーにおいて、p型クラッド層あるいはn型クラッド層の

少なくともいずれか一方に、活性層の厚さ方向の光の分布のピーク位置を、上記ブロック層より遠ざける方向にシフトさせる自励発振安定化層を配置した構成とする。

【0010】上述の本発明構成によれば、光分布のピーク位置を上記ブロック層より遠ざける方向にシフトさせる構成としたことにより、ブロック層による光の吸収を弱めることができることから、上述した活性層とブロック層との間隔Dを小としても光の吸収の増加を抑制することができ、これによる可飽和吸収体領域における屈折率の低下を抑制できることから、間隔Dを小とすることによる横方向の光閉じ込めが強くなって可飽和吸収体領域への光の分布が小さくなることを抑制できる。言い換えれば、活性層とブロック層との間隔Dを充分小さくできることから、温度上昇に伴う電流の横方向の広がりを充分小さくでき、しかも光の横方向分布を保持できることから、高温においても、例えば50℃程度、あるいはそれ以上においても、安定して自励発振がなされる。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明による半導体レーザー特にAlGaInP系赤色可視光自励発振型半導体レーザーの実施の形態を説明する。

【0012】図1を参照して本発明の一実施例を説明する。図1に示す半導体レーザーにおいては、n型の例えばGaAsよりなる基体1上に、n型の不純物がドーパされた(A<sub>1-x</sub>nGa<sub>1-x</sub>)InPよりなるn型クラッド層2を、必要に応じてバッファ層(図示せず)を介してエピタキシャル成長し、これの上に、例えばGaInPよりなるウエル層とAlGaInPよりなるバリア層によって構成される多重量子井戸構造による活性層3を、連続的にエピタキシャル成長する。続いて、この活性層3上に直接的に、あるいは図1におけるように、先ずp型の不純物がドーパされた(A<sub>1-x</sub>pGa<sub>1-x</sub>)InPよりなり、厚さtを有する下層のp型クラッド層4をエピタキシャル成長し、これの上に、活性層3の厚さ方向の光の分布のピーク位置を、シフトさせる自励発振安定化層10をエピタキシャル成長する。さらに、続いてこれの上にp型の不純物がドーパされた(A<sub>1-x</sub>pGa<sub>1-x</sub>)InPよりなる上層のp型クラッド層4をエピタキシャル成長し、p型のGaInPよりなる中間層5をエピタキシャル成長する。

【0013】そして、この中間層5からp型クラッド層4に渡ってストライプ状に一部残してその両側がエッチングされてメサ溝を形成し、このメサ溝内に、n型のGaAsによる電流狭搾および光吸収がなされるブロック層5が形成され、全面的にp型のGaAsによるキャップ層7をエピタキシャル成長する。

【0014】キャップ層7上には、一方の電極8がオーミックに被着され、基体1の裏面には他方の電極9をオーミックに配置される。

【0015】この図1の構成による半導体レーザーにお

いては、p型クラッド層4に、自励発振安定化層10が形成され、この自励発振安定化層10は、(A<sub>1-y</sub>pGa<sub>1-y</sub>)InPで、0<y<sub>p</sub>≤1で、かつy<sub>p</sub>>x<sub>p</sub>(y<sub>p</sub>, x<sub>p</sub>は原子比)に選定された、すなわちAlの含有量が大で、Gaの含有量が小とされた半導体層によって構成され、活性層3の厚さ方向の光の分布のピーク位置を、ブロック層6から遠ざける方向にシフトさせる。

【0016】この自励発振安定化層10は、活性層3に接して配置することもできるし、厚さtが100nm以下の下層のクラッド層4を介して、すなわち活性層3との距離が100nm以下となる位置に配置形成する。この厚さが100nmを越えると活性層への光の閉じ込めが弱くなり、動作電流が大きくなるという問題が生じてくる。

【0017】また、図2を参照して本発明による半導体レーザーの他の実施例を説明するが、図2において、図1と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。この半導体レーザーにおいては、n型クラッド層2側に、活性層3の厚さ方向の光の分布のピーク位置をブロック層6から遠ざける方向にシフトさせる自励発振安定化層11を配置した構成によるものであり、この自励発振安定化層11は、(A<sub>1-y</sub>nGa<sub>1-y</sub>n)InPよりなり、0≤y<sub>n</sub>≤0.7(y<sub>n</sub>は原子比)に選定される。y<sub>n</sub>が0.7を越えると上述した光の分布のピークを、ブロック層6から遠ざける方向にシフトさせることが困難になる。

【0018】この場合においても、自励発振安定化層11は、活性層3下に直接的に接して配置された構成とすることもできるし、図2で示すように、下層のn型クラッド層2上に、自励発振安定化層11、上層のn型クラッド層2を配置した構成とすることもできる。

【0019】本発明による半導体レーザーを構成する各半導体層のエピタキシャル成長は、通常のように、例えばMOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition:有機金属化学的気相成長)法によって行うことができる。

【0020】上述したように、本発明による半導体レーザーにおいては、自励発振安定化層10および11を設けて活性層3の厚さ方向の光の分布のピーク位置をブロック層6から遠ざける方向にシフトさせるようにするものであるから、発振レーザー光の、ブロック層6による光の吸収を低めることができることによって、活性層3とブロック層6との間隔Dを充分小さくしても横方向の光閉じ込めを弱めることができる。

【0021】すなわち、図1で説明した本発明による半導体レーザーにおいては、p型クラッド層4に、Alの含有量が大で、Gaの含有量が小とされた半導体層による自励発振安定化層10を設けたものであるが、このAlの含有量が大なるAlGaInPは、その屈折率が、p型クラッド層4に比し小であることから、図3に曲線

31で深さ方向（厚さ方向）の屈折率分布を示すように、自励発振安定化層10による屈折率の小さい、すなわち光吸収の小さい層が形成されることから、この自励発振安定化層10が存在しない場合には、破線曲線32で示すように、例えば活性層3の厚さ方向のほぼ中央にピークが位置する光分布を示すレーザーが、同図曲線33で示すように、そのピークがn型クラッド層2側に、言い換えればブロック層6から遠ざかる方向にシフトされる。したがって、この構成においては、ブロック層6による光の吸収の効果が低められることから、横方向の光閉じ込めが弱められ、横方向、すなわち面方向に光の分布を大きくすることができることから、確実に可飽和吸収体の効果が生じるようにすることができ、自励発振の安定化をはかることができる。

【0022】また、このGaの含有量が低められた自励発振安定化層10は、その比抵抗が大きいことから、キャリアの横方向すなわち面方向に関する電流の広がりを効果的に抑制することができ、これによって更に確実に可飽和吸収体の効果が生じるようにすることができる。

【0023】更に、この自励発振安定化層10は、A1の含有量が高められていることから、そのエネルギーバンドギャップは、p型クラッド層4に比し大であり、このために、図4にその深さ（厚さ）方向のエネルギーバンドの伝導帯のモデルを示すように、自励発振安定化層10において、バリアが発生することから、漏れ電流の発生を抑制することができ、しきい値電流 $I_{th}$ の低減化をはかることができる効果を生じる。

【0024】また、図2で示したn型クラッド層2に、自励発振安定化層11を形成した構成とするものにおいては、この自励発振安定化層11が、 $(A1_{yn}Ga_{1-yn})InP$ よりなり、 $0 \leq y_n \leq 0.7$ （ $y_n$ は原子比）に選定されることから、この自励発振安定化層11における屈折率が高いことから、図5に曲線51で深さ方向（厚さ方向）の屈折率分布を示すように、自励発振安定化層11による屈折率が大なる、すなわち光吸収の大なる層が形成されることから、この自励発振安定化層11が存在しない場合には、破線曲線52で示すように、例えば活性層3の厚さ方向のほぼ中央にピークが位置する光分布を示すレーザーが、同図曲線53で示すように、そのピークがn型クラッド層2側に、言い換えればブロック層6から遠ざかる方向にシフトされる。したがって、この構成においては、ブロック層6による光の吸収の効果が低められることから、横方向の光閉じ込めが弱められ、横方向、すなわち面方向に光の分布を大きくすることができることから、確実に可飽和吸収体の効果が生じるようにすることができ、自励発振が安定して生じるようにすることができる。

【0025】また、本発明においては、図6に示すように、p型クラッド層4とn型クラッド層2とにそれぞれ図1および図2で説明した自励発振安定化層10および

11を配置した構成とすることができ、この場合においては、より上述した自励発振の安定化を確実にすることはできる。この図6の構成において、図1および図2における対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【0026】上述したように、本発明構成によれば、自励発振型半導体レーザーにおいて、その深さ方向の光分布を、光吸収効果を有するブロック層6より遠ざける効果を生じさせたことによって、ブロック層6による光の吸収を弱めることができることから、活性層3とブロック層6との間隔Dを小としても光の吸収の増加を抑制することができ、これによる可飽和吸収体領域における屈折率の低下を抑制できることから、間隔Dを小とすることによる横方向の光閉じ込めが強くなって可飽和吸収体領域への光の分布が小さくなることを抑制できる。言い換えれば、活性層とブロック層との間隔Dを充分小さくすることから、温度上昇に伴う電流の横方向の広がりを充分小さくでき、しかも光の横方向分布を保持できることから、高温においても、例えば50℃程度、あるいはそれ以上においても、安定して自励発振がなされる。

【0027】

【発明の効果】上述したように、本発明構成においては、p型クラッド層に屈折率の小なる自励発振安定化層を設け、または（および）n型クラッド層に屈折率の大なる自励発振安定化層を設けることによって、活性層の厚さ方向の光の分布のピーク位置を、ブロック層から遠ざける方向にシフトさせたことによって、高温においても安定に自励発振がなされ、また長寿命化をはかることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体レーザーの一例の概略断面図である。

【図2】本発明による半導体レーザーの他の例の概略断面図である。

【図3】本発明による半導体レーザーの一例における効果の説明に供する半導体レーザーの要部の深さ方向に関する屈折率分布と光分布とを示す図である。

【図4】本発明による半導体レーザーの一例のエネルギーバンドモデル（伝導帯側）図である。

【図5】本発明による半導体レーザーの他の例における効果の説明に供する半導体レーザーの要部の深さ方向に関する屈折率分布と光分布とを示す図である。

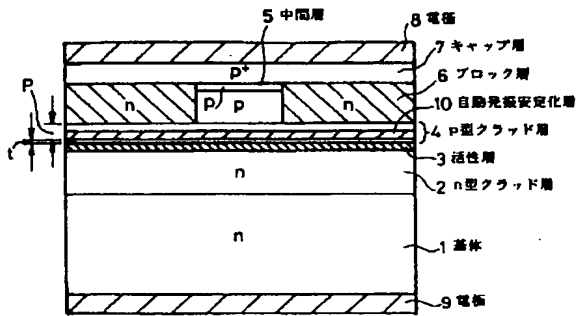
【図6】本発明による半導体レーザーの更に他の例の概略断面図である。

【図7】従来の半導体レーザーの概略断面図である。

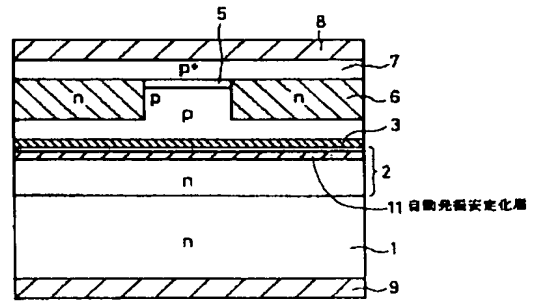
【符号の説明】

1 基体、2 n型クラッド層、3 活性層、4 p型クラッド層、5 中間層、6 ブロック層、7 キャップ層、8、9 電極、10、11 自励発振安定化層

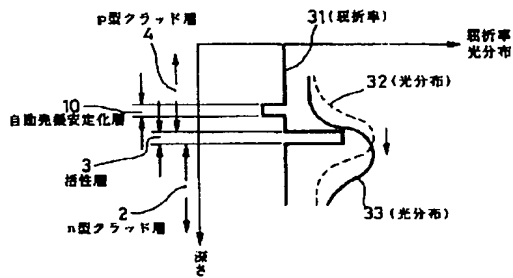
【図1】



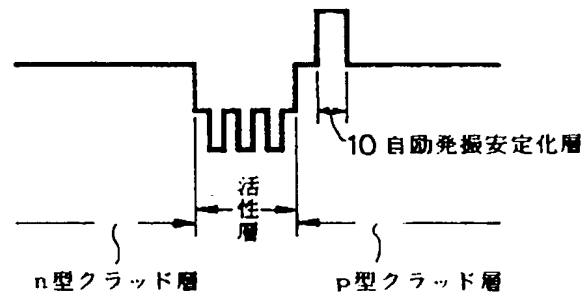
【図2】



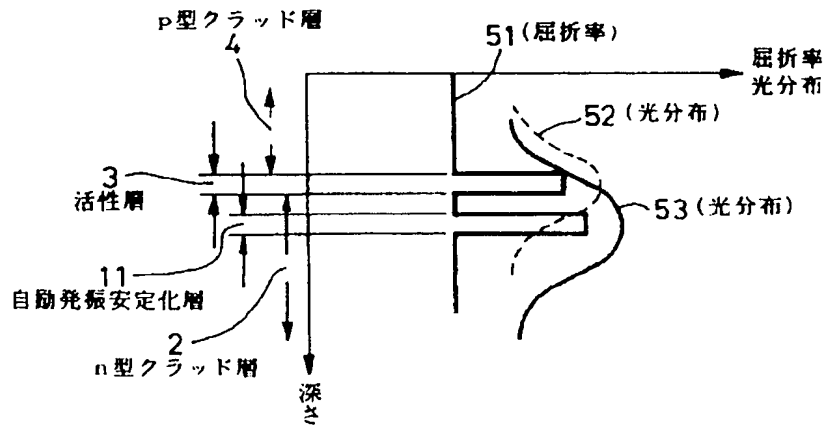
【図3】



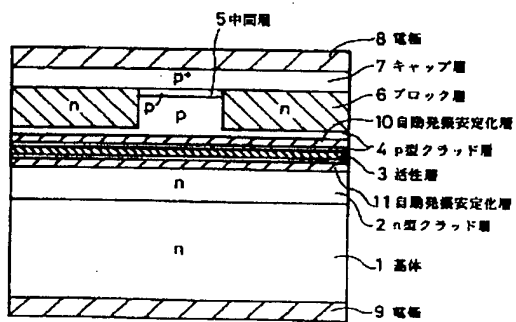
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

